

О.А. Маяк, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

С.Н. Костенко, асист. (*ХДУХТ, Харків*)

Н.В. Федак, канд. техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНОГО СПРЯМУВАННЯ

Застосування математичних моделей в харчовій інженерії ускладнюється об'єктивними особливостями процесів харчових виробництв – складністю структури багатьох процесів, відсутністю їх формалізованого описання, а також системного підходу до вибору оцінок і принципів удосконалення технологічних ліній.

Ефективні методи удосконалення процесів харчових виробництв можуть бути розроблені лише на основі комплексного, або системного підходу до проблеми. Під комплексним підходом розуміють сукупність методологічних принципів, які дозволяють розглядати поєднання окремих елементів як єдине ціле (систему). Основне завдання системного підходу – виявлення нових властивостей цього поєднання, не властивих жодному елементові окремо. Кожний процес (елемент системи) має певне призначення, але очікуваний результат може бути отриманий тільки за умов виконання визначеної сукупності окремих операцій. Таким чином, методологія удосконалення певного технологічного процесу за умов системного підходу повинна розглядатися з урахуванням кінцевої мети всього технологічного процесу. Системний підхід пов'язує та узагальнює всі засоби технологічного процесу – наукові дані, конструкторські рішення, досвід експлуатації, інновації виробництва, керування процесом тощо. Методологічною основою системного підходу є системний аналіз – сукупність наукових методів і спеціальних прийомів, що дозволяють реалізувати системний підхід під час вирішення практичних задач. В системному аналізі широко застосовується теорія дослідження операцій, що передбачає шість етапів під час вирішення будь-якої задачі: постановку задачі, будування моделі, аналіз моделі і отримання рішення, перевірку адекватності моделі і аналіз якості рішення, корекцію моделі та реалізацію результатів.

Системний аналіз – це методологія розв'язку проблем, яка базується на концепції систем. Він пов'язує та узагальнює всі засоби вдосконалення процесу виробництва харчової продукції, що дозволяє не тільки одержати кількісну оцінку, але й визначити шляхи

оптимізації. Разом з розробкою прогресивних процесів виникає можливість створювати імітаційні моделі, необхідні для вирішення задач оптимізації. На відміну від звичайного моделювання, яке обмежується спостереженням та формальними статистичними зв'язками між елементами системи, імітаційне моделювання реалізує морфологію системи для точної та всебічної динаміки процесу функціонування.

Системно-динамічне моделювання передає динамічну поведінку системи, тобто її функціонування у часі. У системній динаміці треба ідентифікувати зразки поведінки, які демонструються ключовими змінними, і надалі створювати модель, яка відтворює задані зразки. Якщо модель має цю здібність, вона може бути використана як лабораторний інструмент для тестування політик, спрямованих на зміну системної поведінки потрібним чином.

Імітаційне моделювання є адекватним інструментом аналізу складних систем зі слабо формалізованими елементами, до яких можна віднести системи харчових виробництв. Імітаційне дослідження дозволяє поєднувати особливості експериментального підходу і специфіку засобів комп'ютерної підтримки.

Головні задачі створення імітаційної моделі:

- реалізація динаміки процесу, який здійснюється у системі;
- визначення зовнішніх умов, за яких оптимізується модельний відгук.

Використання імітаційних моделей дозволяє оптимізувати процес виробництва харчової продукції за обраними реакціями шляхом комп'ютерного експерименту зі зміною та комбінуванням значень критеріїв, забезпечуючи якісний продукт

Метод системної динаміки був запропонований Дж. Форрестером наприкінці 50-х років минулого сторіччя. Об'єкт зображується як динамічна система, яка складається з резервуарів (накопичувачів), пов'язаних між собою керованими потоками. Моделі поточкового типу є динамічними моделями зі зворотними зв'язками. Оскільки реальні системи характеризуються інерційністю, у структурі моделей є елементи, що визначають запізнення передавання зміни за контуром зворотного зв'язку.

Метод системної динаміки переважно орієнтований на якісне експериментування, що не виключає проведення класичного кількісного експерименту на основі одного з обраних планів з метою побудови регресійних моделей, які пов'язують обрану вихідну змінну з екзогенними факторами, або оптимізації поверхні відгуку, тобто пошуку комбінації значень керованих екзогенних параметрів, які дозволять максимізувати або мінімізувати значення обраної ендогенної змінної.

Системно-динамічне моделювання передає динамічну поведінку системи, тобто її функціонування у часі. У системній динаміці треба ідентифікувати зразки поведінки, які демонструються ключовими змінними, і надалі створювати модель, яка відтворює задані зразки. Якщо модель має цю здатність, вона може бути використана як лабораторний інструмент для тестування політик, спрямованих на зміну системної поведінки потрібним чином. Програмний комплекс Vensim забезпечує виконання етапів концептуалізації, побудови моделі, імітації, аналізу та оптимізації. Vensim має підґрунтям потокову концепцію системної динаміки, за якої об'єкт – це динамічна система, що складається з накопичувачів, пов'язаних між собою керованими потоками. Кількісно кожний накопичувач описується рівнем його змісту, а кожний потік – темпом переміщення на основі інформації про вміст резервуарів.

Як приклад представлено використання програмного комплексу Vensim для створення імітаційної моделі процесу сушіння овочевих вичавків у вібраційній вакуумній сушарці безперервної дії (рис. 1). Для верифікації результатів реальний процес здійснювався в експериментальному апараті.

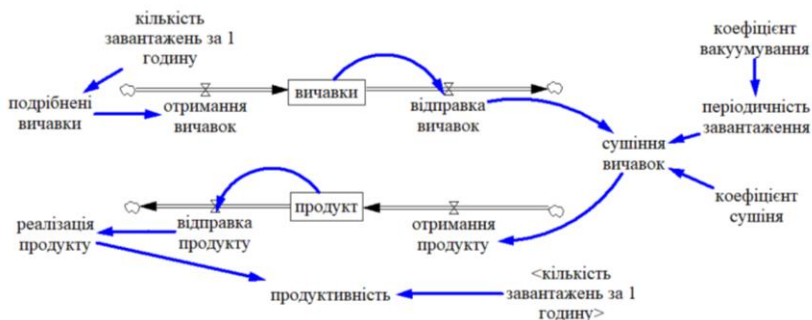


Рис. 1. Імітаційна модель процесу сушіння овочевих вичавків у вібраційній вакуумній сушарці безперервної дії

Експеримент проводився зі зміною значень кількості завантажень сушіння без вакуумування та з вакуумуванням. Системно-динамічне моделювання дало можливість визначення ефективності застосування вакууму та вібраційного перемішування в процесі сушіння овочевих вичавок у сушарках періодичної та безперервної дії. Результати моделювання довели, що сушіння під вакуумом та при перемішуванні під впливом вібрації ефективніше, ніж конвективне

сушіння та сушіння за атмосферного тиску під дією вібрації у 3,0 та 1,5 разу відповідно. Результати імітаційного моделювання продуктивності сушіння у вакуумі з використанням вібрації вище, ніж сушіння за атмосферного тиску на 60%.

На рис. 2 наведено імітаційну модель комплексної оцінки апарата ПЧ-жарення м'ясних напівфабрикатів.

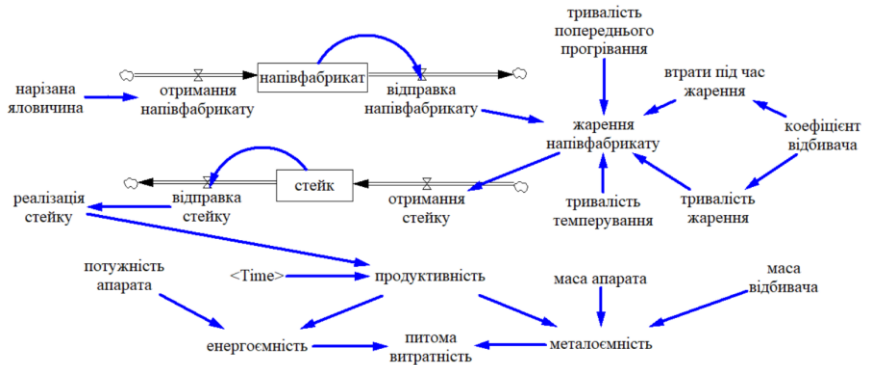


Рис. 2. Імітаційна модель оцінки апарата ПЧ-жарення

Наведена як приклад системно-динамічна модель процесу ПЧ-жарення м'ясних напівфабрикатів у апараті АРЖМ-0.07-1 уможливила виявлення таких закономірностей: щодо тривалості отримання готового продукту, продуктивності апарату; питомих енергоємності, металоємності та витратності розробленого апарата ПЧ-жарення.

Отже, імітаційне дослідження дозволяє поєднувати особливості експериментального підходу і специфіку використання засобів комп'ютерної підтримки. Використання імітаційних системно-динамічних моделей дозволяє оптимізувати технологічний процес за обраними реакціями шляхом комп'ютерного експерименту зі зміною та комбінуванням значень критеріїв, забезпечуючи якісний продукт.

Таким чином, системно-динамічне моделювання є невід'ємним інструментом сучасної підготовки кваліфікованих фахівців, зокрема інженерного спрямування.